



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 198 09 264 C 2

51 Int. Cl.⁷:
D 04 H 3/04
D 04 H 3/10
B 32 B 5/00
B 29 B 11/00
// B63B 5/24, B64B
1/06

21 Aktenzeichen: 198 09 264.4-26
22 Anmeldetag: 4. 3. 1998
43 Offenlegungstag: 30. 9. 1999
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 26. 6. 2003

DE 198 09 264 C 2

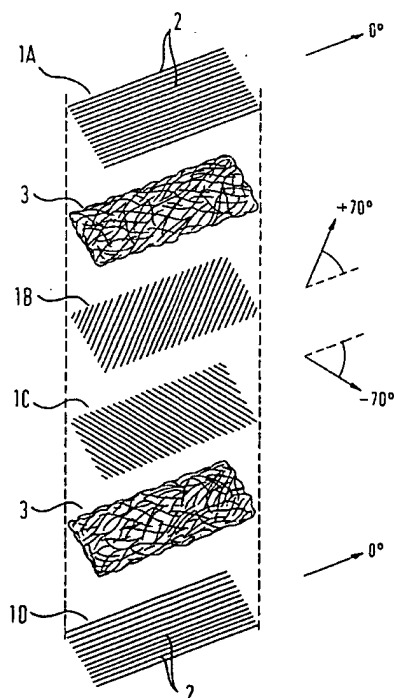
Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Eldra Kunststofftechnik GmbH, 84137 Vilsbiburg,
DE
74 Vertreter:
HOFFMANN · EITLE, 81925 München

72 Erfinder:
Böckel, Hermann, 84144 Geisenhausen, DE; Fedl,
Jürgen, 84155 Bodenkirchen, DE
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 41 19 455 C1
DE 1 95 37 663 A1
DE 42 14 636 A1
US 48 42 794
DE-B.: Franck, Adolf: Kunststoff-Kompodium,
Vogel-Fachbuch, 1990, S.96-98;

54 Fasergelegeanordnung und Verfahren zur Herstellung eines Vorformlings

57 Fasergelegeanordnung für einen Vorformling eines Faserverbundwerkstoffbauteils, mit mehreren Gelegesichten (1A-1D), welche jeweils aus gleichgerichteten nebeneinander angeordneten, aus Verstärkungsfasern gebildeten Faserbündeln (2) bestehen und jede Gelegesicht (1A-1D) mit unterschiedlicher Faserorientierung (0°, +70°, -70°) ausgestattet ist; mindestens einer Schicht aus einem flächenförmigen Schmelzklebergebinde (3), wobei die Schichten (1A-1D, 3) gleitend aufeinanderliegen und verschiebbar miteinander vernäht sind.



DE 198 09 264 C 2

Beschreibung

Technisches Gebiet

- 5 [0001] Die Erfindung betrifft eine Fasergelegeanordnung für einen Vorformling eines Faserverbundwerkstoffbauteils sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Vorformlings für ein Faserverbundwerkstoffbauteil.

Stand der Technik

- 10 [0002] Die Herstellung von Faserverbundwerkstoffbauteilen, etwa im Bootsbau, der Luft- und Raumfahrttechnik oder der Automobilindustrie, erfolgt nach zahlreichen bekannten Fertigungsverfahren. Bei automatisierten Fertigungsverfahren, wie etwa dem RTM-Verfahren (resin transfer moulding), dem DP-RTM-Verfahren (differential pressure – RTM), dem RIM-Verfahren (reaction injection moulding), dem Vakuumsinjektionsverfahren oder dem Druckinjektionsverfahren, werden Vorformlinge aus Verstärkungsfasern, z. B. Glasfasern, verwendet. Die Vorformlinge werden separat vorgefertigt und dann in das Bauteilformwerkzeug eingelegt, wo z. B. eine Kunstharzmatrix zugeführt wird und die Aushärtung des Verbundes zum fertigen Faserverbundwerkstoffbauteil erfolgt.
- 15 [0003] Die Vorformlinge werden z. B. aus Glasfasermatten gefertigt. Die Einzelfasern in der Matte sind dabei relativ kurz, bis ca. 15 cm, und sind chaotisch angeordnet. Bei der Mattenherstellung werden die Fasern mit einem Binder versehen, also z. B. mit einem Bindemittel getränkt. Beim späteren Umformprozeß der Fasermatte wird dieser Binder z. B. durch Zufuhr von Strahlungswärme erweicht, die Matte in einem Preßwerkzeug in eine vorgegebene dreidimensionale Gestalt gepreßt und abgekühlt. Die kurzen Fasern orientieren sich bei diesem Umformprozeß neu, so daß der Vorformling anschließend die gewünschte Geometrie beibehält. Dies wird durch die wirre, ungerichtete Anordnung der Einzelfasern in der Matte und die geringe Faserlänge wesentlich erleichtert. Mit solchen Vorformlingen lassen sich beispielsweise faserverstärkte Verkleidungsbauteile wie Türverkleidungsträger für Kraftfahrzeugtüren herstellen.
- 20 [0004] Für die Anforderungen, die an höherbelastete Strukturbauteile gestellt werden, reichen die ungerichteten, kurzfasrigen Verstärkungsmatten aber vielfach nicht mehr aus. Hier sind dann Vorformlinge aus definiert ausgerichteten Endlosfasern erforderlich, meist in Form multiaxialer Fasergelege. Eine solche Fasergelegeanordnung mit gebündelten Endlosfasern, sogenannten Rovings, ist beispielsweise in der DE 195 37 663 A1 beschrieben. Dort werden die einzelnen Lagen mit unterschiedlicher Faserorientierung (z. B. $\pm 45^\circ$) fest miteinander verklebt. Hierfür wird der einen Lage ein Haftfadengitter aufkaschiert, dessen Haftfäden mit Permanentkleber oder Kunstharzkleber benetzt sind, und die nächste Lage wird mit dieser Lage verpreßt, so daß eine unverschiebbare Einheit entsteht. Eine andere gängige Gelegekonstruktion besteht darin, die mehrschichtig gelegten Faserbündel miteinander zu vernähen.
- 30 [0005] Besonders bei Bauteilen mit komplexer Geometrie bereitet aber der anschließende Umformprozeß zur Herstellung von Fasergelege-Vorformlingen, die dann für die Weiterverarbeitung in einem der eingangs erwähnten automatisierten Herstellungsverfahren vorgesehen sind, erhebliche Probleme. Denn beim Umformprozeß einer gerichteten Fasergelegeanordnung mit Endlosfasern in komplexe konkave und konvexe Vorformling-Konturen entstehen vielfach Spannungen im Vorformling und aufgrund der resultierenden Rückstellkräfte erhält man keinen paßgenauen Vorformling für die entsprechende Weiterverarbeitung zum fertigen Verbundbauteil.
- 35 [0006] Aus der DE 214 636 A1 ist ein formbares, multiaxiales Verstärkungsgebilde für die Herstellung von Formteilen aus Verbundwerkstoffen bekannt. Bei diesem Verstärkungsgebilde werden auf einer Trägerlage durch Stüpfäden mehrere multiaxial angeordnete Verstärkungsfäden angeordnet. Zusätzliche Kordeln sind an der Trägerlage durch Flechtfäden angebracht. Die Trägerlage kann beispielsweise aus einer dehnbaren Folie bestehen. Die Trägerlagen dienen in der Hauptsache der Fixierung der Verstärkungsfäden.
- 40 [0007] Aus der US 4,445,951 ist ein Kompositmaterial bekannt, bei dem Schichten verstärkender Fasern mit Fäden aus einem thermoplastischen Polymer vernäht sind und dann zwischen Schichten des gleichen thermoplastischen Polymers gelegt werden. Der resultierende Stapel wird dann unter Druck erwärmt, so dass das thermoplastische Polymer die verstärkenden Filamente imprägniert, wonach das so gebildete Kompositmaterial unter Kompression gekühlt wird.

Darstellung der Erfindung

- 50 [0008] Der Erfindung liegt daher das technische Problem zugrunde, eine Fasergelegeanordnung für einen Vorformling und ein Verfahren zur Herstellung eines Vorformlings zu schaffen, mit denen ein automatisierter Herstellungsprozeß struktureller Faserverbundwerkstoffbauteile komplexer Geometrie ermöglicht wird.
- [0009] Mit "Vorformling" wird dabei ein Vorformling bezeichnet, der zur Herstellung des fertigen Produkts noch mit Kunstharz getränkt werden muss. Darüber hinaus ist der Vorformling dreidimensional.
- 55 [0010] Dieses technische Problem wird erfindungsgemäß von einer Fasergelegeanordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 bzw. einem Verfahren zur Herstellung eines Vorformlings mit den Merkmalen des Patentanspruchs 10 gelöst.
- [0011] Bei der erfindungsgemäßen Fasergelegeanordnung ist mindestens eine Gelegesicht aus gleichgerichtet nebeneinander angeordneten, aus endlosen Verstärkungsfasern gebildeten Faserbündeln (Rovings) und mindestens eine Schicht aus einem flächenförmigen Schmelzklebergebinde vorgesehen. Die Gelegesichten und die zumindest eine Schicht aus Schmelzklebergebinde sind lose aufeinandergelegt und miteinander vernäht. Die Schicht bzw. die Schichten aus Schmelzklebergebinde können Zwischenschichten und/oder Deckschichten der Fasergelegeanordnung sein.
- 60 [0012] Im Gegensatz zu der Anordnung, wie sie in der eingangs erwähnten DE 195 37 663 A1 beschrieben ist, haftet dabei das erfindungsgemäß vorgesehene Schmelzklebergebinde nicht an den Fasergelegesichten, sondern ist in seinem Ausgangszustand, in welchem es zwischen die Fasergelegesichten eingelegt wird, gar nicht klebefähig. Der Zusammenhalt der Fasergelegeanordnung wird durch das Vernähen gewährleistet. Erst beim Umformprozeß, d. h. bei der Umformung des zunächst flächigen Fasergeleges in die dreidimensionale Vorformlingsgestalt, wird der Schmelzkleber

durch entsprechende Wärmeenergiezufuhr aktiviert, d. h. geschmolzen. Dadurch liegt erfindungsgemäß während des Umformprozesses ein in sich "schwimmendes" Gesamtgebilde vor. Die endlosen Faserbündel können so unter der Druckeinwirkung im Preßwerkzeug in die gewünschte Lage "schwimmen" bzw. gleiten. Der Schmelzkleber fungiert dabei praktisch als "Schmierstoff" bzw. Gleitmedium. Die Fasern können sich trotz ihrer Länge und Ausrichtung spannungsfrei in die gewünschte Lage bewegen. Mit entsprechender Abkühlung verkleben die Fasern dann durch den Schmelzkleber miteinander und behalten die gewünschte Kontur.

[0013] Der Erfindung liegt also der Gedanke zugrunde, in die Fasergelegeanordnung eine schmelzfähige Schicht einzubinden, die erst beim Umformprozeß aktiviert wird und nach der Umformung für eine bleibende Verfestigung des Vorformlings sorgt.

[0014] Die Faserbündel können dabei je nach konstruktiver Anforderung aus unterschiedlichsten Ausgangsfasern bestehen, etwa Glasfasern, Carbonfasern, Aramidfasern, thermoplastischen oder sonstigen Kunststoff-Fasern, Quarzfasern etc.. Vorzugsweise sind mehrere Gelegesichten mit jeweils unterschiedlicher Faserorientierung zu einem multiaxialen Gelege kombiniert. Es ist günstig, die Faserbündel innerhalb einer Lage etwas beabstandet nebeneinander anzuordnen, da die Faserbündel dann beim Umformprozeß besser "schwimmen" können.

[0015] Die Schmelzklebergebinde sind vorteilhaft als im Ganzen handhabbare flächige Teile ausgebildet, etwa filmförmig, als Klebevliese oder als netzartig strukturierte Flächengebinde. Vorzugsweise sind die Schmelzklebergebinde aus thermoplastischem Polymermaterial hergestellt. Als Hauptpolymertypen kommen dabei Polyurethan, Polyamid, Polyolefin, und/oder Polyester in Frage, ebenso aber auch andere Polymertypen, in Abstimmung mit der Materialwahl für die Verstärkungsfasern.

[0016] Klebevliese werden aus schmelzgesponnenen Polymerfäden hergestellt. Ein solches Herstellungsverfahren ist beispielsweise in der DE 41 19 455 C1 beschrieben. Derartige Spinnvliesstoffe wurden bisher neben Anwendungen in Hygieneprodukten und in der Filtertechnik zur Trockenkaschierung und z. B. zur Herstellung von Textillaminaten verwendet. Die Herstellung filmförmiger und netzartiger Polymer-Flächengebinde ist z. B. in der US 4,842,794 erläutert. Polymerfilme werden im Extrusionsverfahren hergestellt und anschließend ggfs. zu netzartigen Strukturen perforiert.

[0017] In einer weiteren Ausführung können die Schmelzklebergebinde auch Vliese sein, die mit einer Schmelzklebersubstanz imprägniert sind, sogenannte Prepregs (preimpregnated fabrics).

[0018] Die erfindungsgemäß verwendeten Schmelzklebergebinde, wie etwa Klebevliese, lassen sich hervorragend handhaben und bearbeiten, da sie im Ausgangszustand trocken sind und nicht haften oder kleben. Man kann sie daher problemlos in ein Fasergelege einlegen und einnähen und die Gelegekonstruktion läßt sich problemlos bearbeiten, z. B. beschneiden. Mit einem Klebevlies läßt sich der Kleber auch in sehr geringen Mengen dosieren und ist stets gleichmäßig verteilt. Es ist dabei nicht erforderlich, bei multiaxialen Fasergelegen zwischen alle Gelegelagen Klebevliese einzufügen, da der Schmelzkleber im geschmolzenen Zustand auch durch die Faserzwischenräume hindurchdringt, insbesondere bei beabstandet gelegten Faserbündeln.

[0019] Vorzugsweise weist das erfindungsgemäß eingesetzte Schmelzklebergebinde ein Flächengewicht im Bereich von etwa 10 g/m² bis 70 g/m² auf, insbesondere im Bereich von etwa 10 g/m² bis 30 g/m².

[0020] Beim erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines Vorformlings wird eine flächige Lage nebeneinanderliegender, jeweils gleich orientierter Verstärkungsfaserbündel (Rovings) gebildet. Darauf wird eine weitere Lage aus Verstärkungsfaserbündeln in einer anderen Faserorientierung aufgelegt. Auf diese Weise entsteht ein multiaxiales Gelege.

[0021] Während des Aufbaus dieser Gelegesichtung wird erfindungsgemäß zumindest an einer Stelle eine Lage aus einem flächigen Schmelzklebergebinde zwischen die einzelnen Faserlagen eingelegt. Es können auch an mehreren Stellen Schmelzklebergebinde als Zwischenschichten zwischen die Faserlagen eingelegt und/oder als Deckschichten aufgelegt werden. Die geschichteten Lagen werden miteinander vernäht. Die so gebildete handhabbare Fasergelegeanordnung wird dann gegebenenfalls auf die gewünschten Abmessungen geschnitten oder gestanzt und z. B. auf einen Spann- und Handhabungsrahmen aufgebracht. Dann wird die Fasergelegeanordnung auf Schmelz- bzw. Verarbeitungstemperatur des zumindest einen eingenähten Schmelzklebergebildes erwärmt, in einem Preßformwerkzeug in eine vorgegebene dreidimensionale Formgestalt gepreßt, abgekühlt und entformt. Danach erfolgt gegebenenfalls eine Nachbearbeitung des Vorformlings durch Beschneiden, Stanzen o. ä.

[0022] Wenn die zuvor erläuterte Fasergelegeanordnung erwärmt, formgepreßt und abgekühlt ist, hat man einen Vorformling mit der gewünschten bleibenden dreidimensionalen Gestalt. Durch den Spannungsausgleich in der Fasergelegeanordnung während des Umformprozesses, wo die Faserbündel in ihre Position "schwimmen" können, ist der Vorformling praktisch frei von Rückstellkräften und sehr paßgenau. Damit kann er prozeßsicher weiterverarbeitet werden. Die Erfindungslösung ermöglicht also eine prozeßsichere automatisierte Herstellung von Faserverbundwerkstoffbauteilen mit hohen Festigkeiten und komplexen Geometrien.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0023] Zum besseren Verständnis und zur weiteren Beschreibung wird die Erfindung nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0024] Fig. 1 eine schematische Explosionsdarstellung der einzelnen Schichten eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Fasergelegeanordnung;

[0025] Fig. 2 die Fasergelegeanordnung von Fig. 1 im vernähten Zustand in einer vergrößerten Draufsicht;

[0026] Fig. 3 eine Prinzipdarstellung des Fertigungsablaufs zur Herstellung eines Vorformlings aus der erfindungsgemäßen Fasergelegeanordnung.

Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung

[0027] Fig. 1 zeigt beispielhaft den Schichtaufbau einer erfindungsgemäßen Fasergelegeanordnung. Einzelne Faserla-

gen 1A bis 1D sind aus Endlosfaserbündeln 2, sogenannten Rovings, gelegt und zwar jeweils in einer bestimmten Faserwinkelerorientierung (hier 0° , $+70^\circ$, -70°). Die Faserlagen sind aufeinandergelegt, wobei teilweise Klebevliese 3 als Zwischenlagen eingelegt sind. Fig. 2 zeigt die geschichtete und mit Nähfäden 5 vernähte Fasergelegeanordnung 4. In der folgenden Tabelle sind die einzelnen Schichten in Fig. 1 bzw. Fig. 2 näher erläutert.

Bezugs- ziffer	Material	Faser- orientierung	Gewicht (g/m^2)
1A	Glasfaser	0°	200
3	Copolyester	Vlies	30
1B	Glasfaser	$+70^\circ$	200
1C	Glasfaser	-70°	200
3	Copolyester	Vlies	30
1D	Glasfaser	0°	200
5	Polyester	Nähfaden	15

[0028] Fig. 3 illustriert den Umformprozeß, um aus einer Fasergelegeanordnung gemäß Fig. 2 einen in gewünschter Weise dreidimensional geformten Vorformling zu fertigen. In einem Spannrahmen gehalten, wird die Fasergelegeanordnung 4 von einer Heizvorrichtung 6 auf Schmelz- bzw. Verarbeitungstemperatur der Klebevliese 3 erwärmt. Dann wird die Fasergelegeanordnung 4 in ein Formpreßwerkzeug 7 eingelegt und in die gewünschte Gestalt gepreßt, wobei die Faserbündel 2 in dem geschmolzenen Schmelzkleber der Klebevliese 3 in ihre Position gleiten können. Nach dem Abkühlen und Entformen aus dem Preßwerkzeug 7 behält der Vorformling 4A seine durch den Schmelzkleber verfestigte Gestalt.

[0029] Der Aufheizvorgang der Fasergelegeanordnung kann alternativ z. B. auch im Bereich des Preßwerkzeugs erfolgen. Außerdem können Bearbeitungsvorgänge wie Schneiden oder Stanzen vor- bzw. nachgeschaltet sein.

Patentansprüche

1. Fasergelegeanordnung für einen Vorformling eines Faserverbundwerkstoffbauteils, mit mehreren Gelegesichten (1A–1D), welche jeweils aus gleichgerichteten nebeneinander angeordneten, aus Verstärkungsfasern gebildeten Faserbündeln (2) bestehen und jede Gelegesicht (1A–1D) mit unterschiedlicher Faserorientierung (0° , $+70^\circ$, -70°) ausgestattet ist; mindestens einer Schicht aus einem flächenförmigen Schmelzklebergebilde (3), wobei die Schichten (1A–1D, 3) gleitend aufeinanderliegen und verschiebbar miteinander vernäht sind.
2. Fasergelegeanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb einer Gelegesicht (1A–1D) die Faserbündel (2) voneinander beabstandet sind.
3. Fasergelegeanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Schmelzklebergebilde (3) aus thermoplastischem Polymermaterial gebildet ist.
4. Fasergelegeanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Schmelzklebergebilde (3) filmförmig ausgebildet ist.
5. Fasergelegeanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Schmelzklebergebilde (3) als Klebevlies oder in einer netzartigen Flächenstruktur ausgebildet ist.
6. Fasergelegeanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Klebevlies aus schmelzgesponnenen Polymerfäden gebildet ist.
7. Fasergelegeanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die netzartige Flächenstruktur des Schmelzklebergebildes (3) aus einem extrudierten und perforierten Polymerfilm gebildet ist.
8. Fasergelegeanordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Schmelzklebergebilde (3) ein Flächengewicht im Bereich von etwa 10 g/m^2 bis 70 g/m^2 aufweist.
9. Fasergelegeanordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Schmelzklebergebilde (3) ein Flächengewicht im Bereich von etwa 10 g/m^2 bis 30 g/m^2 aufweist.
10. Verfahren zur Herstellung eines Vorformlings für ein Faserverbundwerkstoffbauteil, mit folgenden Verfahrensschritten:
 - Bilden einer Fasergelegeanordnung (4) durch schichtweise gleitend Aufeinanderlegen mehrerer Gelegesichten (1A–1D), welche jeweils aus gleichgerichteten, nebeneinander angeordneten Faserbündeln (2) aus Verstärkungsfasern bestehen und jede Gelegesicht (1A–1D) mit unterschiedlicher Faserorientierung (0° , $+70^\circ$, -70°) ausgestattet ist;
 - Einfügen zumindest eines Schmelzklebergebildes (3) zwischen den Gelegesichten und verschiebbares Vernähen (5) der geschichteten Lagen (1A–1D, 3);
 - Erwärmen (6) der Fasergelegeanordnung (4) bis auf die Schmelz- bzw. Verarbeitungstemperatur des zumindest einen eingenähten Schmelzklebergebildes (3);
 - Pressen der erwärmten Fasergelegeanordnung (4) in einem Pressformwerkzeug (7) in eine vorgegebene dreidimensionale Formgestalt;

DE 198 09 264 C 2

- Abkühlen und Entformen des dreidimensionalen Vorformlings (4A).
- 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Bildung der Gelegesichten (1A-1D) die Faserbündel (2) voneinander beabstandet gelegt werden.
- 12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass als Schmelzklebergebinde (3) ein flächiges thermoplastisches Polymermaterialgebilde eingelegt wird.
- 13. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass als Schmelzklebergebinde (3) ein Klebevlies oder ein filmförmiges oder netzflächenartiges Schmelzkleberteile eingelegt wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

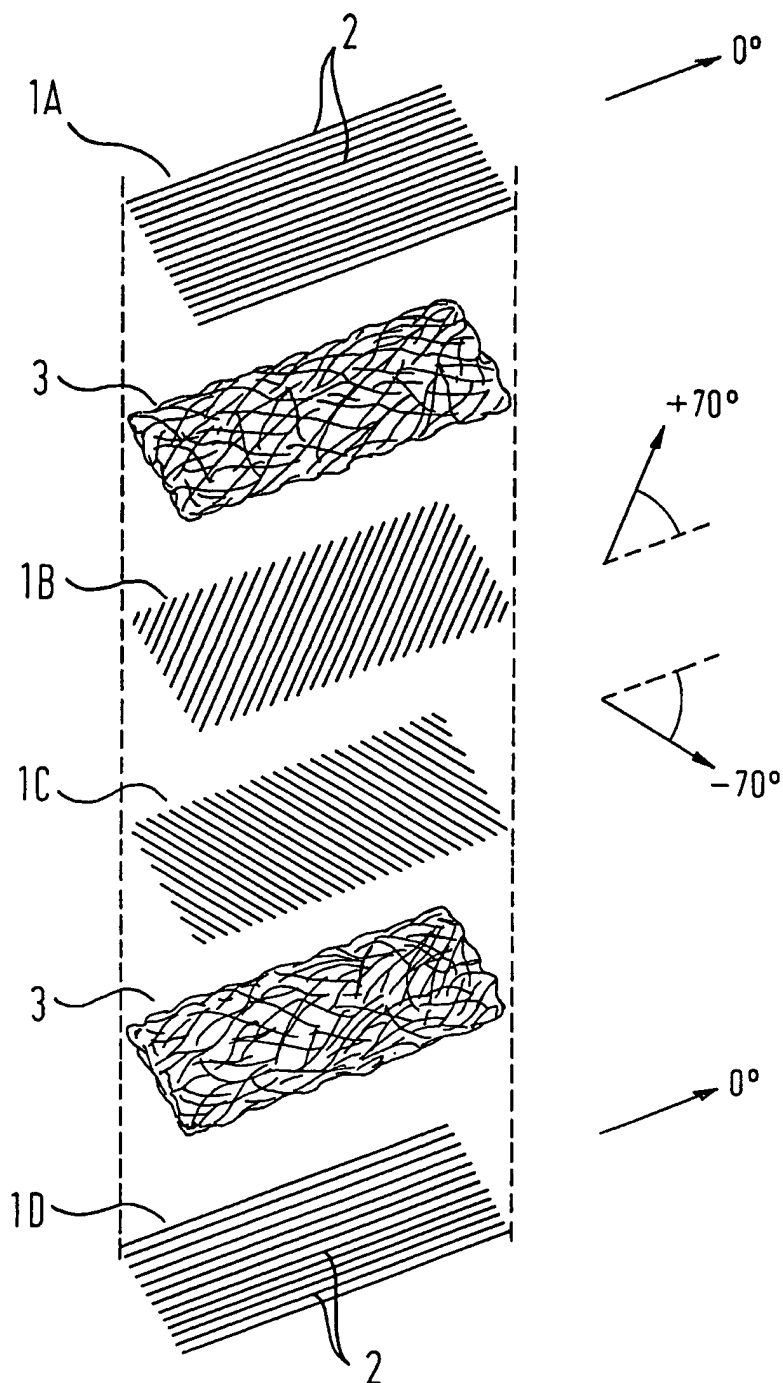


Fig. 2

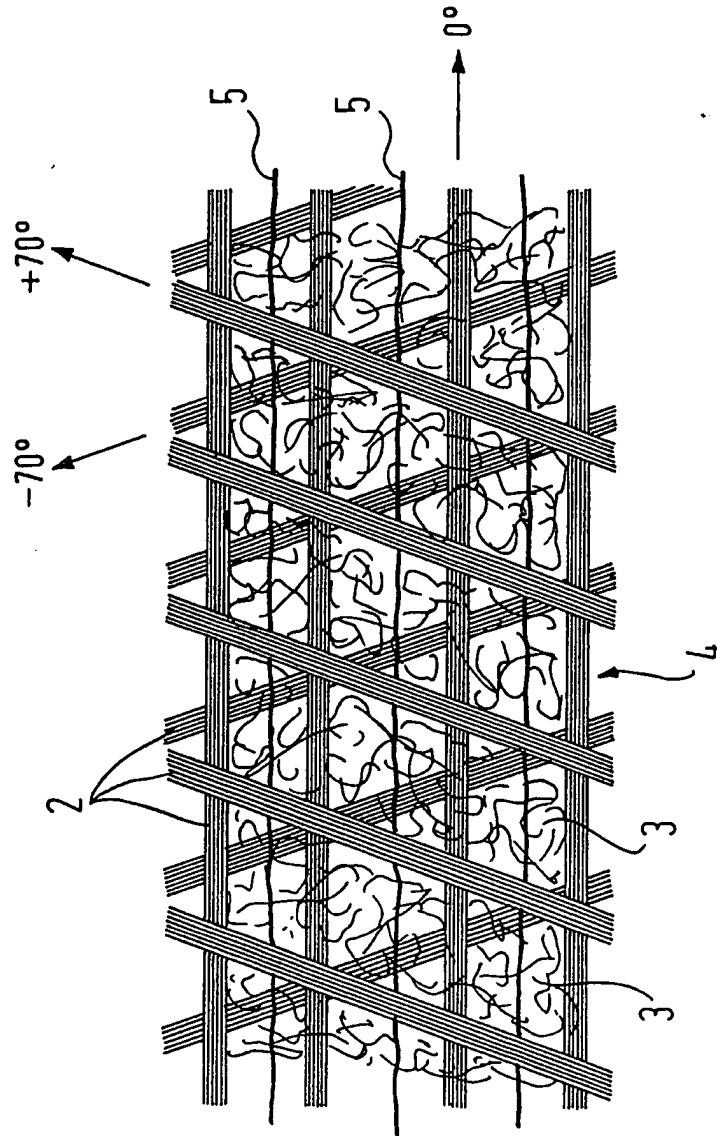


Fig. 3

